

SOLUCIÓN PARA LOS RELAVES

La tecnología de Tecnosuelo puede encapsular contaminantes y convertir pasivos ambientales en espacios seguros y útiles para nuevos usos. ¿Cómo funciona?

A fines de julio pasado, en Andacollo se celebró un nuevo paso hacia un hito ambiental bien relevante: la transformación del depósito de relave minero urbano Clavelina 1 y 2, abandonado hace más de 80 años, en un área segura y “verde” que mejorará la calidad de vida de los habitantes de esta comuna de la región de Coquimbo.

La iniciativa se basa en la aplicación por primera vez en Chile de la tecnología de Tecnosuelo, la cual ha permitido encapsular los contaminantes presentes en el sitio y propiciar la formación de un nuevo ecosistema asociado a la reforestación con especies nativas, entre otros beneficios muy importantes para esta zona declarada saturada por material particulado desde 2009.

Este caso ha demostrado que esta alternativa de remediación “puede transformar pasivos ambientales de larga data (históricos) en espacios seguros y útiles para la comunidad, valorizando residuos y materiales locales. Su aplicación futura puede perfectamente extenderse a otros planes de cierre de relaves, botaderos, suelos degradados por actividades mineras o industriales, en planes de rehabilitación y compensación ambiental en distintas regiones del país o de Latinoamérica, adaptando el diseño a cada realidad”, asegura Gerardo Soto Mundaca, académico e investigador del Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Chile, quien ha liderado la implementación de este proyecto.

¿En qué consiste esta solución tecnológica y cuáles son sus ventajas?

SUELO “A MEDIDA”

“Tecnosuelo es una tecnología que consiste en diseñar y construir un medio poroso (una capa de suelo artificial) adaptada a las condiciones específicas del sitio, utilizando materiales seguros, en su mayoría provenientes de residuos industriales no peligrosos”, explica el especialista que lleva más de una década trabajando en este tema.

Agrega que en Andacollo el objetivo fue encapsular el relave Clavelina mediante una barrera fisicoquímica que impide el ingreso de agua, reduce la transmisión de calor, controla la erosión eólica y evita la formación de drenajes ácidos.

Para el diseño y construcción del Tecnosuelo aplicado en ese sitio “se han aprovechado re-



Gerardo Soto comenta que se hará un seguimiento periódico para garantizar el buen desempeño del Tecnosuelo.

siduos como material de antiguas excavaciones de la compañía minera Teck El Carmen, sedimentos acumulados en el fondo de los embalses de riego de la región y ácidos húmicos en forma de granos. Estos materiales, algunos muy abundantes en la zona como los sedimentos, por ejemplo, y que actualmente representan un pasivo ambiental, con un costo económico asociado muy importante, fueron revalorizados como insumos para la formación del Tecnosuelo. Esta innovación cumplió con el objetivo de rehabilitar un paisaje impactado por un relave urbano abandonado por más de 80 años, creando condiciones adecuadas para el control de la contaminación física y química, junto con permitir el establecimiento de vegetación nativa y la regeneración de un ecosistema”, destaca Gerardo Soto.

El investigador indica que estas capas de suelo artificial se diseñan en función de los objetivos fijados por la comunidad, las condiciones climáticas locales y las condiciones propias del pasivo que se busca rehabilitar. Con esta información base se determinan los materiales más adecuados para construir el perfil del Tecnosuelo, su espesor y las enmiendas necesarias para garantizar su funcionalidad a largo plazo.

Añade que en el caso particular del relave Clavelina, se requirió un análisis detallado del relave y del clima local. “Esto quiere decir conocer todas sus variables geotécnicas, físicas y químicas, y los montos de las precipitaciones de la intensidad de la lluvia. Además, en el diseño del Tecnosuelo se consideraron variables tales como: la granulometría, capacidad de almacenamiento de agua, pH, conductividad eléctrica, conductividad hidráulica y la fertilidad. En relación con variables geotécnicas,



6.250 m² del relave Clavelina se buscan convertir en un área verde comunitaria, gracias al uso de 4.000 toneladas de Tecnosuelo, la plantación de mil árboles nativos, riego tecnificado y una pasarela con mirador para uso educativo y turístico.

se calcularon las capacidades de carga, estabilidad (resistencia al corte, deformabilidad) y ángulos de fricción, entre otras”, señala.

Luego, el académico advierte que, al igual que todo tipo de suelo, los Tecnosuelos no debieran quedar descubiertos. Por lo mismo, sobre el relave Clavelina se plantaron seis especies de árboles nativos susceptibles de adaptarse a las condiciones climáticas del centro-norte de Chile, con miras a asegurar su supervivencia y la resiliencia del ecosistema, además de generar beneficios ambientales en el largo plazo como la estabilización del suelo, la creación de un hábitat funcional y un paisaje, tanto para la fauna local, como para el uso y goce de la comunidad andacollina.

VENTAJAS Y COSTOS

El proyecto ha involucrado una inversión de \$366 millones, financiados por un ecosistema público-privado local y la academia, integrado por: el Fondo de Innovación para la Competitividad del Gobierno Regional de Coquimbo, gestionado por la Corporación Regional de Desarrollo Productivo, la Universidad de Chile, la Compañía Minera Teck El Carmen, además de empresas nacionales y locales como NETA-FIM,

Bayer, Armony Sustentable y las agrupadas en la Asociación de Proveedores de la Minería de Andacollo. La administración de este “pulmón verde” está a cargo de la Fundación Oro Verde.

Como se mencionó, otro beneficio asociado al uso de esta tecnología es que contribuye a la economía circular y a reducir impactos ambientales, al aprovechar residuos industriales no contaminantes como materiales áridos y orgánicos para construir el suelo. ¿Cómo se integran estos subproductos? Gerardo Soto responde: “En términos generales, los materiales se seleccionan en función de diferentes criterios: su aporte a la estructura, la capacidad de retención de humedad, pH, fertilidad y su influencia en las variables geotécnicas. Al respecto, los sedimentos de embalses mejoran la textura, la estructura, y estabilizan los niveles de acidez, por ejemplo. En cualquier caso, todos los insumos pasan por un proceso de control para garantizar que sean ambientalmente seguros”.

El investigador comenta que otra gran ventaja de esta tecnología es que fue concebida para que la escala del depósito de relave no fuese una limitante en términos de disponibilidad, ni de costos. En relación con eso, acota que se puede adaptar a diferentes realidades, con

distintos diseños y composiciones, considerando siempre un estudio previo para definir la factibilidad técnica y los materiales apropiados.

Con respecto a los costos, el académico de la Universidad de Chile indica que éstos dependen de la superficie (dimensión) a rehabilitar, del tipo y disponibilidad de materiales, de las condiciones de acceso al sitio, del clima (precipitaciones) y del diseño específico. “Cada Tecnosuelo se diseña a medida, en función de las condiciones antes descritas, lo que permite no solo un uso eficiente y menos costoso de los recursos, sino que también permite diseñar un sistema optimizado en las exigencias que se le soliciten. El ejemplo más directo es la optimización del espesor, puesto que cada cm por hectárea de suelo pesa alrededor de 120 o 130 toneladas, equivalente a 6 camiones de 20 toneladas cada uno”, dice.

Agrega que el uso de materiales locales y residuos industriales no peligrosos en su diseño contribuye a disminuir aún más su costo frente a alternativas de soluciones más complejas.

“Otro beneficio relevante es que la implementación de un Tecnosuelo no requiere permisos sectoriales, lo que acorta los tiempos de desarrollo e implementación, por lo tanto, genera un ahorro adicional en recursos”, apunta también Gerardo Soto.

Ventajas para tener en cuenta. **LA**